

Bakery properties of winter wheat grain depending on fertilizer predecessor and storage duration**G. Hospodarenko, V. Ljubyh, N. Matvijenko**

The article presents results of studying the effect of storage duration of winter wheat grain on protein content, gluten content in the grain, content of gluten-forming proteins, hydration ability of gluten, falling number and bread volume depending on fertilizer and predecessor. It is found that gluten content, falling number and bread volume increase after 30 days of storage.

The results of our studies indicate that protein content was substantially affected by predecessor and fertilizer. Thus, after peas in non-fertilized areas, it was 14.1 % which significantly increased to 14.5-15.8 % ($HIP_{05}=0.1-0.2$) in variants with prolonged application of fertilizers or more by 3-12 %. Protein content of winter wheat after silage corn was 2.4 % lower than after peas. However, effectiveness of fertilizer application was higher, since protein content was greater by 3-28 % compared to the non-fertilized variant. Studies show that grain storage did not affect protein content in the grain.

Prolonged use of fertilizers significantly increased gluten content in winter wheat grain. Cultivating after peas, this figure increased from 31.1 % in the non-fertilized variant to 34.7 % after application of $N_{135}P_{135}K_{135}$ or more by 12 %. Gluten content in winter wheat grain after silage corn was 25.7 % or significantly less than 17 % compared to peas ($HIP_{05}=0.3-0.4$). Prolonged use of fertilizers at a dose of $N_{45}P_{45}K_{45}$ contributed to an increase of this indicator to 26.6 % or more by 4 % and in the case of a double dose it was up to 30.0 % and $N_{135}P_{135}K_{135}$ to 33.0 % or more by 28 %.

However, gluten content varies depending on storage duration. However, this indicator increased after 30-day storage and remained unchanged for the rest of the period. Gluten content increased by 1.4-3.2 % compared to the indicator before storage depending on the variant of the experiment.

Content of gluten-forming proteins also increased after prolonged use of fertilizers in the field crop rotation. Thus, cultivating winter wheat after peas, this indicator increased from 8.7 to 9.7 % and after silage corn it was from 7.2 to 9.2 % depending on fertilization. The results of studies indicate that the content of this protein fraction did not change from the storage duration. Consequently, this indicator did not affect the increase of gluten content during storage.

Hydration ability of gluten did not change from the use of fertilizers as shown by the results of Table 4. However, this indicator increased significantly after 30-day storage (by 36-42 %) ($HIP_{05}=5$) compared with the indicator before storage depending on the variant of the experiment. Hydration ability of gluten did not change from increasing storage duration throughout the year. Consequently, gluten content in winter wheat grain increased due to the growth of hydration ability.

After 30-day storage of winter wheat grain, falling number increased to 303-325s or more by 17-24 % depending on the variant of the experiment. During storage this indicator did not change. Consequently, the activity of α -amylase in winter wheat grain decreased after storage.

The bread volume varied depending on predecessor, fertilizer and storage duration of winter wheat grain. Cultivating after peas, this indicator increased from 509 to 528 cm³ depending on the saturation of the field crop rotation with fertilizers. The indicator was the smallest growing winter wheat after silage corn in non-fertilized areas (352 cm³ or less by 31 % compared to peas). In the variant with $N_{45}P_{45}K_{45}$ bread volume increased to 394 cm³, in the variant with $N_{90}P_{90}K_{90}$ up to 499 cm³ and with $N_{135}P_{135}K_{135}$ to 523 cm³ or more by 12-50 %.

Bread volume after storage increased substantially to 560-586 cm³ or more by 10-11 % cultivating after peas and up to 399-585 cm³ or more by 12-13 % after silage corn, depending on fertilization. During remaining periods of wheat grain storage, bread volume remained at this level.

Key words: winter wheat, fertilizing, predecessor, baking properties, storage duration.

УДК 631.427 : 631.445.4 : 631.8 : 631.582

ТРУС О. М., канд. с.-г. наук

Уманський національний університет садівництва

alex_trus@ukr.net

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

Біологічна активність є одним із показників родючості ґрунту, яка виявляє закономірності у процесах перетворення органічної речовини та визначає інтенсивність біохімічної діяльності ґрунтових мікроорганізмів. Дослідження спрямовані на вивчення впливу тривалого (45 років) застосування різних доз добрив та систем удобрення у польовій сівозміні на інтенсивність виділення вуглекислого газу, целюлозолітичну активність та нітрифікаційну здатність ґрунту. Дослідження проводили у тривалому стаціонарному досліді, основою якого є 10-пільна сівозміна. Добрива вносили за мінеральної ($N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; $N_{135}P_{135}K_{135}$), органічної (Гній 9 т; 13,5 т; 18 т) та органо-мінеральної (Гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$; Гній 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$; Гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$) систем удобрення. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий.

За результатами проведених досліджень встановлено, що за тривалого застосування органо-мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні забезпечувалася найбільша інтенсивність виділення вуглекислого газу (CO_2) – 222–279 мг/м² за годину залежно від удобрення, що більше порівняно з неудобреними ділянками у 1,3–1,7 рази. З усіх варіантів досліді, при застосуванні різного удобрення в польовій сівозміні, найбільша інтенсивність розкладу ляно-

го полотна за 30 днів спостерігалася за мінеральної системи удобрення – 51–66 % залежно від доз добрив. Нітрифікаційну здатність чорнозему опідзоленого вдається підтримати на рівні перелогу і лісосмуги лише після тривалого застосування органо-мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні. Тоді як застосування високих доз добрив за мінеральної і органічної систем удобрення підтримують інтенсивність процесу нітрифікації на нижчому рівні.

Ключові слова: біологічна активність ґрунту, мінеральні добрива, гній, польова сівозміна, чорнозем опідзолений, родючість ґрунту.

Постановка проблеми. Біологічна активність є одним із показників родючості ґрунту, яка визначається інтенсивністю біохімічної діяльності ґрунтових мікроорганізмів. З нею пов'язані процеси синтезу та розкладу гумусу, мінералізація внесених у ґрунт органічних добрив та післяживних решток [1–3].

Надмірна активність ґрунтових мікроорганізмів може спричинити швидку мінералізацію гумусу та зростання непродуктивних втрат газоподібного азоту в процесах денітрифікації та нітрифікації, накопичення нітратів у ґрунті та подальше їх вимивання з ґрунтовими водами. При цьому також знижується коефіцієнт використання польовими культурами азоту з добрив, уміст якого в ґрунті не є досить високим [4, 5].

Ґрунтові мікроорганізми мають потужний ферментний апарат, який дає можливість мікрофлорі виконувати в ґрунті різноманітні функції. Рослини в достатній кількості забезпечуються поживними речовинами за рахунок внесення як мінеральних, так і органічних добрив. Однак вони можуть не тільки посилювати, але й пригнічувати мікробіологічні процеси [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Господарське використання ґрунту порушує природні процеси в агроценозах, що призводить до зниження рівня родючості і зміни в ґрунті мікробіологічних процесів. Встановлення закономірностей функціонування мікробного ценозу є основним критерієм оцінки доцільності застосування агротехнологій. Мікроорганізми ґрунту найбільш чутливі серед представників біоти до удобрення, обробітку ґрунту тощо [7]. Зміни в ґрунті мікробіологічних умов живлення рослин знаходяться у тісному зв'язку з їх продуктивністю і від того, як відбувається перегрупування окремих екологічних популяцій мікроорганізмів, залежить рівень родючості ґрунту та урожайність культур [8].

Рівень біологічної активності є одним з інтегральних показників екологічного стану ґрунту. Він відображає напруженість і направленість біохімічних процесів, а також проявляє перспективу застосування відповідних агрозаходів [9]. Тому будь-які агротехнічні заходи, що спрямовані на підвищення врожаю рослин і відтворення родючості ґрунту, повинні мати ґрунтово-мікробіологічне обґрунтування [10].

Інтенсивність біологічної активності ґрунту за показником виділення вуглекислого газу залежить від типу ґрунту, вологості, температури, а також наявності органічної речовини, співвідношення вуглецю до азоту та інших [11–13]. Кількісна оцінка швидкості виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту, який утворюється внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів, дозволяє об'єктивно оцінювати інтенсивність процесу мінералізації органічних речовин. Також важливим показником біологічної активності ґрунту є інтенсивність розкладу органічних речовин, які потрапляють у ґрунт разом з органічними добривами, рослинними й тваринними рештками та іншими речовинами [14].

Тривале застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні сповільнює мікробіологічні та целюлозолітичні процеси мінералізації органічних решток та розвиток ґрунтової біоти порівняно з використанням ґрунту без внесення добрив [15, 16]. Дослідженнями П. В. Лиховида і С. О. Лавренка [17] встановлено, що застосування мінеральних добрив знизило виділення вуглекислого газу в атмосферу до 178,3 мг/м² за годину. Максимальна інтенсивність розкладу лляного полотна, яке використовується для характеристики активності мікрофлори, що розкладає целюлозу, становила 58,3 %. Застосування мінеральних добрив у дозі N₁₂₀P₁₂₀ зменшувало целюлозолітичну активність біоти ґрунту в 1,7 рази порівняно з неудобреним варіантом. Проте, результати досліджень А. Бхаттачарїї із співавт. [18] показали, що застосування мінеральних добрив в рекомендованих дозах покращує процеси дихання ґрунту. Подібні тенденції спостерігаються в дослідженнях й інших учених [19–21].

Зазвичай, органічні добрива і рослинні залишки є джерелами живлення для мікроорганізмів у ґрунті та енергією для біохімічних процесів, які проходять у ньому. Встановлено [22, 23], що за органічної системи удобрення, яка включає внесення гною, соломи зернових культур та сидератів, мікробіологічні процеси в ґрунті (виділення вуглекислого газу, розкладу лляного поло-

тна) проходять значно інтенсивніше, ніж за органо-мінеральної системи удобрення. Подібний вплив органічних добрив на біологічну активність ґрунту було отримано ученими з Китаю [24].

Дослідження І. М. Малиновської із співав. [25] показують, що застосування органічних добрив (гній ВРХ) приводить до зростання сумарної біологічної активності сірого лісового ґрунту на 8,24 %. Застосування органічних субстратів активізує перебіг у ґрунті мікробіологічних і біохімічних процесів, підвищуючи такий показник біологічної активності як інтенсивність виділення вуглекислого газу в 1,7–2,5 рази [26]. Результати досліджень інших учених [27–29] підтверджують корисний вплив застосування органічних добрив на хімічні властивості ґрунтів та їх біологічну активність.

Застосування органо-мінеральної системи удобрення на дерново-підзолистому ґрунті істотно змінило його біологічний стан. Загальна кількість мікроорганізмів зросла в 5,5 рази відповідно до неудобреного ґрунту. Нітрифікаційна здатність ґрунту, виділення вуглекислого газу та інтенсивність розкладу лляного полотна досягли максимальних значень [30, 31].

Результати проведених досліджень [32] у тривалому стаціонарному досліді свідчать про те, що на інтенсивність біологічних процесів у ясно-сірому лісовому ґрунті вирішальний вплив мають зниження реакції ґрунтового розчину шляхом хімічної меліорації та внесення добрив. За систематичного поєданого внесення гною і мінеральних добрив на тлі вапнування найбільше зростає загальна біологічна активність ґрунту.

Мета статті – встановити вплив тривалого (45 років) застосування різних доз добрив і систем удобрення на біологічну активність чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методика дослідження. Дослідження з вивчення впливу тривалого застосування різних доз і систем удобрення в польовій сівозміні на біологічну активність чорнозему опідзоленого проводились у тривалому (з 1964 року) стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, основою якого є 10-пільна сівозміна з типовим для регіону набором сільськогосподарських культур. Добрива в досліді вносяться за мінеральної ($N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; $N_{135}P_{135}K_{135}$), органічної (Гній 9 т; 13,5 т; 18 т) та органо-мінеральної (Гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$; Гній 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$; Гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$) систем удобрення. Дози добрив вказано з розрахунку на 1 га площі сівозміни. Для характеристики варіантів досліді використовували метод порівняння з ключами-аналогами – переліг і ґрунт під лісосмугою, закладених разом з дослідом.

У зразках ґрунту визначали інтенсивність виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту за методом Штатнова [33], інтенсивність розкладання целюлози за апікаційним методом Мишустіна [34] та нітрифікаційну здатність ґрунту за методом Ваксмана [35].

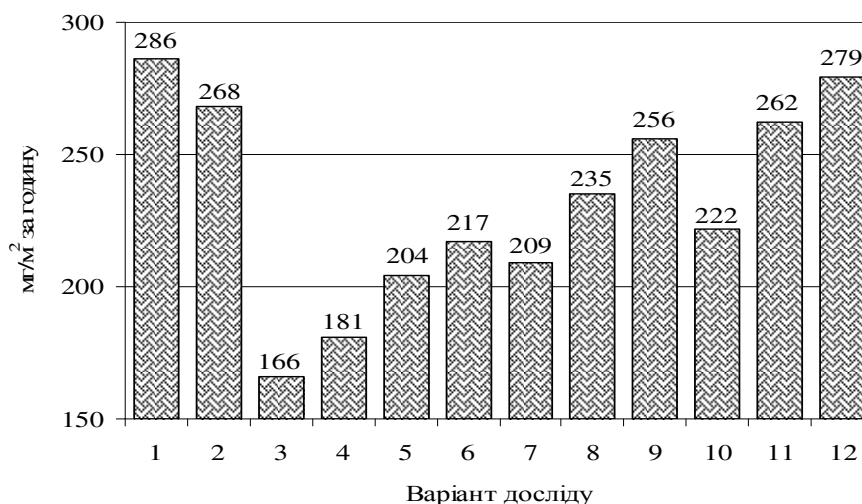
Основні результати дослідження. Одним із важливих показників біологічної активності ґрунту є виділення вуглекислого газу, що відображає особливості газового режиму ґрунту, а також характеризує інтенсивність трансформації органічних речовин.

З одержаних даних (рис. 1) видно, що тривале застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало інтенсивність виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту на рівні 181–217 мг/м² за годину. Застосування подвійної дози мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$) посилювало біологічну активність ґрунту порівняно з неудобреними ділянками на 23 %. Щодо відповідних доз органічної (внесення на 1 га площі сівозміни 18 т гною) та органо-мінеральної (на тлі внесення 9 т/га гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$) систем удобрення в польовій сівозміні, то за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ інтенсивність виділення CO₂ з поверхні ґрунту була меншою відповідно на 20 і 22 %.

Стосовно впливу органічних добрив у польовій сівозміні на біологічну активність ґрунту, то слід зазначити, що виділення вуглекислого газу проходило більш інтенсивно та змінювалося в межах 209–256 мг/м² за годину, що більше порівняно з неудобреними ділянками у 1,3–1,5 рази залежно від доз на тлі внесення добрив. Найбільша інтенсивність виділення CO₂ з поверхні ґрунту спостерігалася у варіанті з внесенням на 1 га сівозмінної площі 18 т гною, що більше на 25 %, ніж у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ та менше на 2 % порівняно з варіантом на тлі внесення 9 т/га гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$.

Поєдане застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало найбільшу інтенсивність виділення вуглекислого газу – 222–279 мг/м² за годину залежно від удобрення і була близькою до виділення CO₂ з ґрунту під перелогом. Це можна пояснити

збільшенням надходження в ґрунт енергетичного матеріалу, внаслідок чого зростає чисельність мікроорганізмів. На тлі внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$ інтенсивність виділення CO_2 з ґрунту збільшується на 28 %, порівняно з варіантом $N_{90}P_{90}K_{90}$ та на 2 % – з варіантом на тлі внесення 18 т/га гною.



$HP_{05}=17,7$

1 – переліг; 2 – лісосмуга; 3 – без добрив (контроль); 4 – $N_{45}P_{45}K_{45}$;
5 – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 6 – $N_{135}P_{135}K_{135}$; 7 – гній 9 т; 8 – гній 13,5 т; 9 – гній 18 т;
10 – гній 4,5 т + $N_{23}P_{34}K_{18}$; 11 – гній 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$; 12 – гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$

Рис. 1. Інтенсивність виділення CO_2 з ґрунту після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, мг/м² за годину.

Стосовно впливу органічних добрив у польовій сівозміні на біологічну активність ґрунту, то слід зазначити, що виділення вуглекислого газу проходило більш інтенсивно та змінювалося в межах 209–256 мг/м² за годину, що більше порівняно з неудобреними ділянками у 1,3–1,5 рази залежно від доз на тлі внесення добрив. Найбільша інтенсивність виділення CO_2 з поверхні ґрунту спостерігалася у варіанті з внесенням на 1 га сівозмінної площі 18 т гною, що більше на 25 %, ніж у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ та менше на 2 % порівняно з варіантом на тлі внесення 9 т/га гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$.

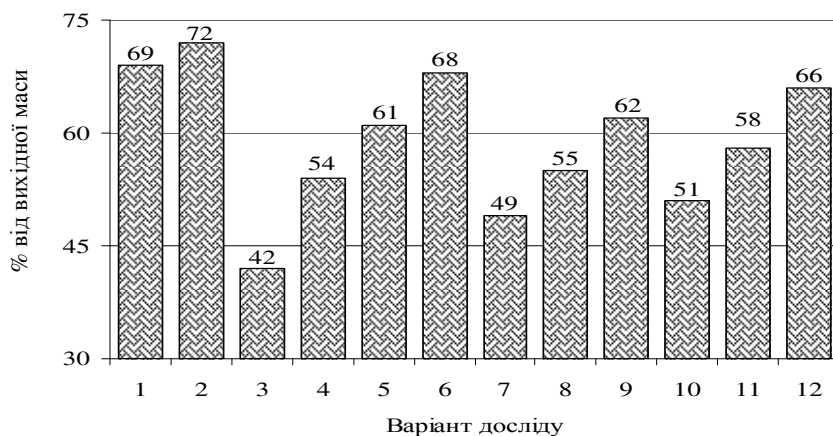
Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало найбільшу інтенсивність виділення вуглекислого газу – 222–279 мг/м² за годину залежно від удобрення і була близькою до виділення CO_2 з ґрунту під перелогом. Це можна пояснити збільшенням надходження в ґрунт енергетичного матеріалу, внаслідок чого зростає чисельність мікроорганізмів. На тлі внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$ інтенсивність виділення CO_2 з ґрунту збільшується на 28 %, порівняно з варіантом $N_{90}P_{90}K_{90}$ та на 2 % – з варіантом на тлі внесення 18 т/га гною.

Найбільше виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту було під перелогом – 286 мг/м² за годину. Дещо менша інтенсивність виділення CO_2 була в ґрунті під лісосмугою і становила 268 мг/м² за годину. Це свідчить про високу інтенсивність процесу мінералізації в чорноземі опідзоленому. Найменше виділилося вуглекислого газу з поверхні ґрунту неудообрених ділянок – 166 мг/м² за годину, що менше порівняно з перелогом і лісосмугою відповідно на 42 і 38 %.

Важливим показником біологічної активності ґрунту також є його целюлозолітична активність. Вона може характеризувати включення важкодоступних форм вуглецю в біологічних колообіг, трансформацію органічних речовин і визначити рівень ґрунтової родючості та продуктивності ґрунтової біоти.

Дослідженнями встановлено (рис. 2), що інтенсивність розкладу целюлози значно залежала від удобрення ґрунту в польовій сівозміні. Так, після тривалого застосування різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні, з усіх варіантів досліді найбільша інтенсивність розкладу лляного полотна за 30 днів спостерігалася за мінеральної і органо-мінеральної систем удо-

брення. За тривалого застосування мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні целюлозолітична активність ґрунту становила 54–68 %, що більше, ніж у варіанті без добрив відповідно на 29–62 %.



НІР₀₅=4,4

1 – переліг; 2 – лісосмуга; 3 – без добрив (контроль); 4 – N₄₅P₄₅K₄₅;
 5 – N₉₀P₉₀K₉₀; 6 – N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅; 7 – гній 9 т; 8 – гній 13,5 т; 9 – гній 18 т;
 10 – гній 4,5 т + N₂₃P₃₄K₁₈; 11 – гній 9 т + N₄₅P₆₈K₃₆; 12 – гній 13,5 т + N₆₈P₁₀₁K₅₄

Рис. 2. Целюлозолітична активність ґрунту після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, % від вихідної маси.

Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало інтенсивність розкладу лляного полотна в межах 51–66 % залежно від вмісту гумусу в ґрунті, що більше порівняно з органічною системою удобрення відповідно на 4–35 %. Це можна пояснити тим, що мікроорганізми, які розкладають целюлозу, швидше розмножуються за наявності великої кількості азоту, що надходить в ґрунт з органічними і мінеральними добривами. Дещо нижча целюлозолітична активність ґрунту спостерігалася за органічної системи удобрення – 49–62 %, що пояснюється меншим надходженням азоту за рахунок лише органічних добрив.

За низького вмісту гумусу в ґрунті інтенсивність розкладу лляного полотна різко сповільнюється. Як наслідок, низьке значення целюлозолітичної активності в ґрунті варіанта без удобрення – 42 %, що менше порівняно з варіантом на тлі внесення на 1 га площі сівозміни 13,5 т гною + N₆₈P₁₀₁K₅₄ відповідно на 36 %.

Одним із вагомих показників біологічної активності та ступеня забезпеченості ґрунту рухомими сполуками азоту є також його нітрифікаційна здатність (табл. 1).

Таблиця 1 – Нітрифікаційна здатність ґрунту після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, мг N=NO₃/кг

Варіант дослідів	Вид компостування			
	без домішок	горохове борошно	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄ + CaCO ₃
Переліг	29,7	49,0	85,7	148,2
Лісосмуга	37,4	54,6	114,5	198,4
Без добрив (контроль)	17,7	33,1	63,9	89,3
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	18,7	36,9	72,4	114,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	21,4	45,8	81,4	140,2
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	26,5	48,6	85,7	148,2
Гній 9 т	19,6	41,0	79,8	125,2
Гній 13,5 т	26,4	47,8	89,3	157,1
Гній 18 т	29,7	54,1	99,9	176,0
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	28,5	45,5	81,5	149,5
Гній 9 т + N ₄₅ P ₆₈ K ₃₆	31,2	51,6	102,3	175,2
Гній 13,5 т + N ₆₈ P ₁₀₁ K ₅₄	36,9	61,3	115,7	196,3
НІР ₀₅	2,0	4,0	7,1	9,3

Як видно з даних таблиці 1, накопичення нітратів у ґрунті під час компостування без домішок залежить від доз добрив і систем удобрення. Так, за компостування ґрунту з неудообрених ділянок за 14 днів утворювалося 17,7 мг N–NO₃/кг ґрунту. Найбільше накопичення нітратного азоту спостерігалось за високих доз добрив: за мінеральної системи удобрення – у 1,5 рази більше, за органічної – у 1,7 рази та за органо-мінеральної системи удобрення – у 2,1 рази порівняно з контрольним варіантом.

Більше нагромадження нітратів відбувалося при компостуванні ґрунту з додаванням сульфату амонію. У ґрунті варіанта без удобрення вміст нітратного азоту зростав у 3,6 рази, і його величина становила 63,9 мг N–NO₃/кг. За компостування ґрунту з додаванням (NH₄)₂SO₄, накопичення нітратів відбулося прямо пропорційно до рівня удобрення. Якщо у варіантах із внесенням на 1 га площі сівозміни N₄₅P₄₅K₄₅, 9 т гною і на тлі внесення 4,5 т гною + N₂₃P₃₄K₁₈ нагромаджувалося відповідно 72,4 мг N–NO₃/кг, 79,8 і 81,5 мг N–NO₃/кг ґрунту, то за високих доз внесення добрив його кількість зросла до 85,7 мг N–NO₃/кг, 99,9 і 115,7 мг N–NO₃/кг відповідно до варіанта досліджу.

Найкращим для розкриття потенційних можливостей процесу нітрифікації є компостування ґрунту з додаванням сульфату амонію у поєднанні з вапном. Отримані дані свідчать про те, що внесення в ґрунт кальцію позитивно впливає на активність мікробіологічних процесів. Вапно при цьому нейтралізує дію фізіологічно кислого добрива, а також нітратів, що утворилися в процесі компостування, і цим самим посилює активність нітрифікаторів. У ґрунті неудообрених ділянок за компостування із (NH₄)₂SO₄ + CaCO₃ вміст нітратів збільшився з 17,7 мг N–NO₃/кг до 89,3 мг N–NO₃/кг, у варіантах із застосуванням добрив їх нагромадження також зростало відповідно до рівня удобрення. Так, у варіантах із внесенням на 1 га площі сівозміни N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅, 18 т гною і на тлі внесення 13,5 т гною + N₆₈P₁₀₁K₅₄ їх утворювалося відповідно 148,2 мг N–NO₃/кг, 176,0 і 196,3 мг N–NO₃/кг ґрунту. Це свідчить про низьку потенційну здатність ґрунту до амоніфікації.

Висновки. 1. За тривалого поєданого застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні порівняно з мінеральними підвищується біологічна активність ґрунту: виділення вуглекислого газу збільшується на 41–62 мг/м² за годину залежно від удобрення, а також більше порівняно з неудообреними ділянками у 1,3–1,7 рази.

2. З усіх варіантів досліджу, при застосуванні різного удобрення в польовій сівозміні, найбільша інтенсивність розкладу лляного полотна за 30 днів спостерігається за мінеральної системи удобрення – 51–66 % залежно від доз добрив.

3. Нітрифікаційну здатність чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні вдається підтримати на рівні перелогу і лісосмуги лише за органо-мінеральної системи удобрення, тоді як застосування високих доз добрив за мінеральної і органічної систем удобрення підтримує інтенсивність процесу нітрифікації на нижчому рівні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фурдичко О. І. Агроекологія : монографія. К. : Аграрна наука, 2014. 400 с.
2. Павліченко А. А., Бондаренко О. М., Вахній С. П. Зміна біологічної активності ґрунту під вико-вівсяною сумішшю за різних систем обробітку ґрунту та рівнів удобрення. Агробіологія. 2015. № 1. С. 31–34.
3. Мікробіологічні аспекти продукційного процесу сільськогосподарських культур за органічної системи землеробства : науково-практичні рекомендації / В. В. Волкогон та ін. Чернівці, 2015. 39 с.
4. Циліорук О. І., Кулік А. Ф., Гончар Н. В. Біологічна активність ґрунту за різних способів його обробітку та удобрення в посівах соняшнику. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 2 (44). С. 42–48.
5. Обґрунтування екологічної доцільності систем удобрення сільськогосподарських культур за показниками біологічної трансформації азоту в ґрунті / В. В. Волкогон та ін. Київ, 2015. 39 с.
6. Zinchenko M. K., Bibik T. S., Stoyanova L. G. Influence of systems of fertilizers on structure and change of separate physiological groups of microorganisms in grey forest pochte Vladimirsky opolya. Fundamental research. 2014. № 12. P. 552–557.
7. Russell E. J. Soil conditions and plant growth. Forgotten Books. London, 2013. 406 p.
8. Natywa M., Selwet M., Maciejewski T. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. Fragmenta Agronomica. 2014. № 31. P. 56–63.
9. Дубицька А. О., Качмар О. Й., Дубицький О. Л., Щербань М. М. Вплив систем удобрення на біологічну активність сірого лісового ґрунту під озимому пшеницею в ланках сівозмін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2014. Вип. 56 (1). С. 38–42.
10. Павліченко А. А., Бондаренко О. М., Вахній С. П. Вплив систем обробітку та рівнів удобрення на його біологічну активність під озимому пшеницею. Агробіологія. 2014. № 2. С. 131–134.

11. Л. Н. Пуртова Л. Н., Костенков Н. М., Семаль В. А., Комачкова И. В. Эмиссия углекислого газа из почв природных и антропогенных ландшафтов юга Приморья. *Фундаментальные исследования*. 2013. Вып. 3, № 1. С. 585–589.
12. Патика М. В., Москалевська Ю. П. Мікробіологічні процеси трансформації вуглецю в ризосфері буряка цукрового чорнозему типового. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 34–39.
13. Волкогон В. В., Журба М. А. Активність азотфіксації, емісія N₂O та CO₂ в агроценозах гороху за дії добрив і передпосівної бактеризації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С. 16–29.
14. Zhurba M. A., Volkogon K. I. Biological denitrification in the soils of agrocenoses upon combination of microbial preparations with nitrogen fertilizers. *Microbiological aspects of optimizing the production process of cultured crops* (Chernihiv, June 16–18, 2015). Chernihiv, 2015. P. 23–24.
15. Коваленко А. М., Куц Г. М. Зрошення і сівозміни як фактор впливу на мікрофлору ґрунту. Еволюція ґрунтів України під впливом антропогенної діяльності : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Херсон, 19–20 лютого 2015 р.). Херсон, 2015. Вип. 9. С. 29–34.
16. Rybacki M., Polkowska M., Piotrowska-Długosz A. Przydatność testów enzymatycznych do oceny wpływu nawożenia naturalno-mineralnego na aktywność biologiczną gleby. *Ekologia i Technika*. 2014. № 22. P. 248–255.
17. Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O. Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (4). P. 18–24.
18. Bhattacharya A., Sahu S. K., Hundet A., Sarkar P. Effect of urea, superphosphate, potash and npk on soil respiration (carbon dioxide evolution from soil). *Indian Streams Research Journal Available*. 2013. № 3 (10). P. 1–10.
19. Geisseler D., Scow K. M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. Vol. 75. P. 54–63.
20. Naher U. A., Radziah O., Panhwar Q. A. Culturable total and beneficial microbial occurrences in long-term nutrient deficient wetland rice soil. *Australian Journal of Crop Science*. 2013. № 7 (12). P. 1848–1853.
21. Павліченко А. А., Вахній С. П. Вплив систем обробітку та рівнів удобрення на біологічну активність ґрунту під ячменем. *Агробіологія*. 2013. № 11 (104). С. 136–138.
22. Ковальов В. Б., Трембіцька О. І., Радько Т. В. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткоротаційній сівозміні. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2015. Вип. 8. С. 15–20.
23. Русакова И. В. Биологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном использовании соломы на удобрение. *Почвоведение*. 2013. № 12. С. 1485–1493.
24. Effects of biological organic fertilizer on microbial community's metabolic activity in a soil planted with chestnut (*Castanea mollissima*) / Chen Li et al. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2013. № 24 (6). P. 1627–32.
25. Малиновська І. М., Дегодюк С. Е., Ястремська Л. С. Вплив органічного і мінерального удобрення на чисельність та фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів сірого лісового ґрунту. *Проблеми екологічної біотехнології : електрон. версія журн*. 2017. № 2. URL: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294>.
26. Дем'янюк О. С., Шерстобоева О. В., Демидов О. А. Біологічна активність чорнозему типового залежно від виду органічного субстрату органо-мінеральної системи удобрення. *Вісник Житомирського національного агро-екологічного університету*. 2016. № 2 (1). С. 17–25.
27. Piaszczyk W., Błońska E., Lasota Ja. Study on the effect of organic fertilizers on soil organic matter and enzyme activities of soil in forest nursery. *Soil science annual*. 2017. Vol. 68, № 3. P. 125–131.
28. Błońska E., Januszek K., Małek S., Wanic T. Effects of serpentinite fertilizer on the chemical properties and enzyme activity of young spruce soils. *International Agophysics*. 2016. № 30 (4). P. 401–414.
29. Dębska B., Długosz J., Piotrowska-Długosz A., Banach-Szot M. The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration-results from a field-scale study. *Journal of Soils and Sediments*. 2016. № 16. P. 2335–2343.
30. Biological activity of soil depending on fertilizer systems / A. Kosolapova et al. *Bulg. J. Agric. Sci*. 2016. № 22 (6). P. 921–926.
31. Lazcano C., Gómez-Brandón M., Revilla P., Domínguez J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biol. Fertil. Soils*. 2013. № 49 (6). P. 723–733.
32. Снігінський В. В., Габриель А. Й., Германович О. М., Оліфір Ю. М. Біологічна активність ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту залежно від антропогенного впливу. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 47–52.
33. Штатнов В. И. К методике определения биологической активности почвы. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1952. Вып. 6. С. 27–33.
34. Мишустин Е. Н., Петрова А. И. Определение биологической активности почвы. *Микробиология*. 1963. Т. 22, Вып. 3. С. 473–483.
35. Лісвал А. П., Давиденко У. М., Мойсеєнко Б. М. Агрохімія : лабораторний практикум. К. : Вища школа, 1994. 335 с.

References

1. Furdychko, O.I. (2014). *Ahroekolohiya [Agroecology]*. Kyiv, Agrarian science, 400 p.
2. Pavlichenko, A.A., Bondarenko, O.M., Vakhniy, S.P. (2015). Zmina biolohichnoyi aktyvnosti gruntu pid vykovo-vivsyanyou sumishkoyu za riznykh system obrobitku gruntu ta rivniv udobrennya [Changing biological activity of the soil using the vetch and oat mixture after different soil tillage systems and fertilization levels]. *Ahrobiolohiya [Agrobiology]*, no. 1, pp. 31–34.
3. Volkohon, V.V., Tokmakova, L.M., Volkohon, K.I., Dehodyuk, S.E., Kovpak, P.V., Trepach, A.O., Larchenko, I.V., Tymoshenko, O.P., Lepkha, O.P., Zhurba, M.A., Lytvynova, N.V. (2015). Mikrobiolohichni aspekty produktsiynoho protsesu sil'skohospodars'kykh kul'tur za orhanichnoyi systemy zemlerobstva: naukovy-praktychni rekomendatsiyi [Microbiological aspects of the production process of agricultural crops in the organic system: scientific and practical recommendations]. Chernihiv, 39 p.
4. Tsyluyuryk, O.I., Kulik, A.F., Honchar, N.V. (2017). Biolohichna aktyvnist' gruntu za riznykh sposobiv yoho obrobitku ta udobrennya v posivakh sonyashnyku [Biological activity of soil after different methods of its cultivation and fertilization in sunflower crops]. *Visnyk Dnipropetrovs'koho derzhavnoho aharno-ekonomichnoho universytetu: naukovy-*

teoretychnyy, naukovo-praktychnyy zhurnal [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University: Scientific-Theoretical, Scientific-Practical Journal], no. 2 (44), pp. 42–48.

5. Volkohon, V.V., Zaryshnyak, A.S., Pylypenko, L.A., Dimova, S.B., Volkohon, K.I., Zhurba, M.A., Shtan'ko, N.P., Lutsenko, N.V. (2015). Obgruntuvannya ekolohichnoyi dotsil'nosti system udobrennya sil'skohospodars'kykh kul'tur za pokaznykamy biolohichnoyi transformatsiyi azotu v grunti [Substantiation of ecological expediency of fertilizer systems of agricultural crops by indicators of biological transformation of nitrogen in the soil]. Kyiv, 39 p.

6. Zinchenko, M.K., Bibik, T.S., Stoyanova, L.G. Influence of systems of fertilizers on structure and change of separate physiological groups of microorganisms in grey forest pochove Vladimirsky opolya. Fundamental research. 2014, no. 12, pp. 552–557.

7. Russell, E.J. Soil conditions and plant growth. Forgotten Books. London, 2013, 406 p.

8. Natywa, M., Selwet, M., Maciejewski, T. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. Fragmenta Agronomica. 2014, no. 31, pp. 56–63.

9. Dubyts'ka, A.O., Kachmar, O.Y., Dubyts'kyi, O.L., Shcherba, M.M. (2014). Vplyv system udobrennya na biolohichnu aktyvnist' siroho lisovoho gruntu pid ozymoyu pshenytseyu v lankakh sivozmin [Influence of fertilizer systems on the biological activity of gray forest soil under winter wheat in crop rotations]. Peredhirne ta hirs'ke zemlerobstvo i tvarynystvo [Foothill and mountain farming and livestock production], Issue 56 (1), pp. 38–42.

10. Pavlichenko, A.A., Bondarenko, O.M., Vakhniy, S.P. (2014). Vplyv system obrobitku ta rivniv udobrennya na yoho biolohichnu aktyvnist' pid ozymoyu pshenytseyu [Influence of cultivating systems and fertilization levels on the soil biological activity for winter wheat]. Ahrobiolohiya [Agrobiology], no. 2, pp. 131–134.

11. Purtova, L.N., Kostenkov, N.M., Semal', V.A., Komachkova, I.V. (2013). Emissiya uglekislogo gaza iz pochv prirodnykh i antropogennykh landshaftov yuga Primor'ya [Carbon dioxide emission from soils of natural and anthropogenic landscapes of the Seaside south]. Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research], Issue 3, no. 1, pp. 585–589.

12. Patyka, M.V., Moskalevs'ka, Yu.P. (2014). Mikrobiolohichni protsesy transformatsiyi vuhletsyu v ryzosferi buryaka tsukrovoho chornozemu typovoho [Microbiological processes of carbon transformation in rhizosphere of sugar beets in the typical chernozem]. Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], no. 2, pp. 34–39.

13. Volkohon, V.V., Zhurba, M.A. (2013). Aktyvnist' azotifikatsiyi, emisiya N₂O ta CO₂ v ahrotsenozakh horokhu za diyi dobryv i przedposivnoyi bakteryzatsiyi [Nitrogen fixation activity, emissions of N₂O and CO₂ in peas agrocenoses under the influence of fertilizers and pre-sowing bacteritization]. Sil'skohospodars'ka mikrobiolohiya [Agricultural microbiology], Issue 18, pp. 16–29.

14. Zhurba, M.A., Volkogon, K.I. (2015). Biological denitrification in the soils of agrocenoses upon combination of microbial preparations with nitrogen fertilizers. Microbiological aspects of optimizing the production process of cultured crops. Chernihiv, 2015, pp. 23–24.

15. Kovalenko, A.M., Kuts, H.M. (2015). Zroshennya i sivozminy yak faktor vplyvu na mikrofloru gruntu [Irrigation and crop rotations as a factor of influence on the soil microflora]. Materialy Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Evolutsiya gruntiv Ukrainy pid vplyvom antropohennoyi diyal'nosti» [Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «Evolution of soils of Ukraine under the influence of anthropogenic activity»]. Kherson, Issue 9, pp. 29–34.

16. Rybacki, M., Polkowska, M., Piotrowska-Długosz, A. Przydatność testów enzymatycznych do oceny wpływu nawożenia naturalno-mineralnego na aktywność biologiczną gleby. Ekologia i Technika. 2014, no. 22, pp. 248–255.

17. Lykhovyyd, P.V., Lavrenko, S.O. Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. Ukrainian Journal of Ecology. 2017, no. 7 (4), pp. 18–24.

18. Bhattacharya, A., Sahu, S.K., Hundet, A., Sarkar, P. Effect of urea, superphosphate, potash and npk on soil respiration (carbon dioxide evolution from soil). Indian Streams Research Journal Available. 2013, no. 3 (10), pp. 1–10.

19. Geisseler, D., Scow, K.M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. Soil Biology and Biochemistry. 2014, Vol. 75, pp. 54–63.

20. Naher, U.A., Radziah, O., Panhwar, Q.A. Culturable total and beneficial microbial occurrences in long-term nutrient deficient wetland rice soil. Australian Journal of Crop Science. 2013, no. 7 (12), pp. 1848–1853.

21. Pavlichenko, A.A., Vakhniy, S.P. (2013). Vplyv system obrobitku ta rivniv udobrennya na biolohichnu aktyvnist' gruntu pid yachmenem [Influence of cultivating systems and fertilization levels on the soil biological activity for barley]. Ahrobiolohiya [Agrobiology], no. 11 (104), pp. 136–138.

22. Koval'ov, V.B., Trembits'ka, O.I., Rad'ko, T.V. (2015). Biolohichna aktyvnist' gruntu za orhanichnoyi systemy vyroshchuvannya kul'tur u korotkorotatsiyniy sivozmini [The soil biological activity in the organic system of growing crops in short crop rotation]. Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissya [Agricultural and industrial production of Polissya], Issue 8, pp. 15–20.

23. Rusakova, I.V. (2013). Biologicheskiye svoystva dernovo-podzolistoy supeschanoy pochvy pri dlitel'nom ispol'zovanii solomy na udobreniye [Biological properties of sod-podzolic sandy loam soil with long-term use of straw as a fertilizer]. Pochvovedeniye [Soil Science], no. 12, pp. 1485–1493.

24. Chen, L.L., Gu, J., Hu, T., Gao, H., Chen, Z.X., Qin, Q.J., Wang, X.J. Effects of biological organic fertilizer on microbial community's metabolic activity in a soil planted with chestnut (*Castanea mollissima*). Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 2013, no. 24 (6), pp. 1627–32.

25. Malynovs'ka, I.M., Dehodyuk, S.E., Yastrems'ka, L.S. Vplyv orhanichnoho i mineral'noho udobrennya na chysel'nist' ta fizioloho-biokhimichnu aktyvnist' mikroorhanizmiv siroho lisovoho gruntu [Influence of organic and mineral fertilizers on number and physiological-biochemical activity of microorganisms of the gray forest soil]. Problemy ekolohichnoyi biotekhnolohiyi [Problems of environmental biotechnology], 2017, no. 2. Retrieved from: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294>.

26. Dem'yanyuk, O.S., Sherstoboyeva, O.V., Demydov, O.A. (2016). Biolohichna aktyvnist' chornozemu typovoho zalezho vid vydu orhanichnoho substratu orhano-mineral'noyi systemy udobrennya [Biological activity of typical chernozem depending on the type of organic substrate of the organic and mineral fertilizer system]. Visnyk Zhytomyr's'koho natsional'noho ahroekolohichnoho universytetu [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University], no. 2 (1), pp. 17–25.

27. Piaszczyk, W., Błońska, E., Lasota, Ja. Study on the effect of organic fertilizers on soil organic matter and enzyme activities of soil in forest nursery. Soil science annual. 2017, Vol. 68, no. 3, pp. 125–131.
28. Błońska, E., Januszek, K., Małek, S., Wanic, T. Effects of serpentine fertilizer on the chemical properties and enzyme activity of young spruce soils. International Agophysics. 2016, no. 30 (4), pp. 401–414.
29. Dębska, B., Długosz, J., Piotrowska-Długosz, A., Banach-Szott, M. The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration-results from a field-scale study. Journal of Soils and Sediments. 2016, no. 16, pp. 2335–2343.
30. Kosolapova, A., Yamaltdinova, V., Mitrofanova, E., Fomin, D. Biological activity of soil depending on fertilizer systems. Bulg. J. Agric. Sci. 2016, no. 22 (6), pp. 921–926.
31. Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Revilla, P., Domínguez, J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. Biol. Fertil. Soils. 2013, no. 49 (6), pp. 723–733.
32. Snityns'kyi, V.V., Habryel', A.Y., Hermanovych, O.M., Olifir, Yu.M. (2014). Biologichna aktyvnist' yasno-siroho lisovoho poverkhnevo-ohleyenoho gruntu zalezho vid antropohennoho vplyvu [Biological activity of gray forest gleyed soil depending on anthropogenic impact]. Sil's'kohospodars'ka mikrobiolohiya [Agricultural microbiology], Issue 19, pp. 47–52.
33. Shtatnov, V.I. (1952). K metodike opredeleniya biologicheskoy aktivnosti pochvy [Methods for determining the biological activity of soil]. Doklady VASKHNIL [Reports by the A-UAASNL], Issue 6, pp. 27–33.
34. Mishustin, Ye.N., Petrova, A.I. (1963). Opredeleniye biologicheskoy aktivnosti pochvy [Determination of the soil biological activity]. Mikrobiologiya [Microbiology], Vol. 22, Issue 3, pp. 473–483.
35. Lisoval, A.P., Davydenko, U.M., Moysenko, B.M. (1994). Ahrokhimiya [Agrochemistry]. Kyiv, High school, 335 p.

Биологическая активность чернозема оподзоленного после длительного применения удобрений в полевом севообороте

А. Н. Трус

Биологическая активность является одним из показателей плодородия почвы, которая выявляет закономерности в процессах преобразования органического вещества и определяет интенсивность биохимической деятельности почвенных микроорганизмов. Исследования направлены на изучение влияния длительного (45 лет) применения различных доз удобрений и систем удобрения в полевом севообороте на интенсивность выделения углекислого газа, целлюлолитическую активность и нитрификационную способность почвы. Исследования проводили в длительном стационарном опыте, основой которого является 10-польный севооборот. Удобрения вносятся за минеральной ($N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; $N_{135}P_{135}K_{135}$), органической (Навоз 9 т; 13,5 т; 18 т) и органоминеральной (Навоз 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$; Навоз 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$; Навоз 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$) систем удобрения. Почва опытного поля – чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый.

По результатам проведенных исследований установлено, что при длительном применении органоминеральной системы удобрения в полевом севообороте обеспечивалась наибольшая интенсивность выделения углекислого газа (CO_2) – 222–279 mg/m^2 в час в зависимости от удобрения, что больше по сравнению с участками без удобрения в 1,3–1,7 раза. Из всех вариантов опыта, при применении различного удобрения в полевом севообороте, наибольшая интенсивность разложения льняного полотна за 30 дней наблюдалась за применения минеральной системы удобрения – 51–66 % в зависимости от доз удобрений. Нитрификационную способность чернозема оподзоленного удается поддерживать на уровне целины и лесополосы только при длительном применении органоминеральной системы удобрения в полевом севообороте. Тогда как высокие дозы удобрений при применении минеральной и органической систем удобрения поддерживают интенсивность процесса нитрификации на низком уровне.

Ключевые слова: биологическая активность почвы, минеральные удобрения, навоз, полевой севооборот, чернозем оподзоленный, плодородие почвы.

Biological activity of podzolized chernozem after prolonged application of fertilizers in the field crop rotation

O. Trus

Biological activity is one of the indicators of soil fertility which shows regularities in processes of organic matter transformation and determines intensity of biochemical activity of soil microorganisms. The research aims at studying the effect of long-term application (45 years) of different doses of fertilizers and fertilizer systems in the field crop rotation on the intensity of carbon dioxide emissions, cellulolytic activity and nitrification capacity of the soil. The research was conducted in a long-term, stationary experiment, based on the ten-course crop rotation. Fertilizers are applied using the mineral system ($N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; $N_{135}P_{135}K_{135}$), the organic system (Manure 9 t; 13.5 t; 18 t) and the organic-mineral fertilizer system (Manure 4.5 t + $N_{22}P_{34}K_{18}$; Manure 9 t + $N_{45}P_{68}K_{36}$; Manure 13.5 t + $N_{68}P_{101}K_{54}$). Doses of fertilizers are given for 1 hectare of the crop rotation. The soil of the experimental field is loamy podzolized chernozem.

According to the results of studies, it is found out that prolonged use of mineral fertilizers in the field crop rotation provided the intensity of carbon dioxide emissions from the soil surface at the level of 181–217 mg/m^2 per hour. The use of a double dose of mineral fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{90}$) increased the biological activity of the soil compared to non-fertilized areas by 23 %. Regarding the corresponding doses of organic fertilizer system (applying 18 tons of manure for 1 hectare) and organic-mineral one (application of 9 t/ha of manure + $N_{45}P_{68}K_{36}$), when $N_{90}P_{90}K_{90}$ is applied the intensity of CO_2 emissions from the soil surface was less than 20 % and 22 %, respectively. Regarding the influence of organic fertilizers in the field crop rotation on the biological activity of the soil, it should be noted that carbon dioxide emissions were more intensive and varied within the limits of 209–256 mg/m^2 per hour that is more compared to non-fertilized areas by 1.3–1.5 times depending on the dose of fertilizer. The highest intensity of CO_2 emissions from the soil surface was observed in the variant with the application of 18 tons of manure for 1 hectare that is more by 25 % than in $N_{90}P_{90}K_{90}$ variant.

Combined application of organic and mineral fertilizers in the field crop rotation provided the highest intensity of carbon dioxide emissions (222–279 mg/m^2 per hour) depending on the fertilization and was close to CO_2 emissions from the grassland. Application of 9 tons of manure + $N_{45}P_{68}K_{36}$ for 1 hectare increased the intensity of CO_2 emissions from the soil by 28 % compared to $N_{90}P_{90}K_{90}$ variant and by 2 % in the variant of manure of 18 tons.

The largest amount of carbon dioxide was from the grassland and amounted to 286 mg/m² per hour. A slightly lower intensity of CO₂ emission was from the soil under the tree belt area (268 mg/m² per hour). The least carbon dioxide emissions were from the soil surface of unfertilized areas (166 mg/m² per hour).

The greatest intensity of flax decomposition in 30 days was observed using mineral and organic and mineral fertilizer systems among all experimental variants after prolonged use of different doses of fertilizers and fertilizer systems in the field crop rotation. Application of the mineral fertilizer system in the field crop rotation provided cellulolytic activity of the soil at the level of 54–68 % which is more than in the variant without fertilizers, respectively, by 29–62 %.

Combined application of organic and mineral fertilizers in the field crop rotation provided the intensity of flax decomposition in the range of 51–66 % depending on fertilizer doses which is more compared with the organic fertilizer system, respectively, by 4–35 %. A slightly lower soil cellulolytic activity was observed in the organic fertilizer system (49–62 %) which is explained by lower nitrogen yield due to organic fertilizers.

Due to the low humus content in the soil, the intensity of flax decomposition dramatically slows down. As a result, the low value of cellulolytic activity in the soil without fertilizer is 42 % which is less compared with the variant in which the application is 13.5 tons of manure + N₆₈P₁₀₁K₅₄ by 36 %, respectively.

Accumulation of nitrates in the soil during composting without impurities depends on the doses of fertilizers and fertilizer systems. Thus, there was 17.7 mg of N–NO₃/kg of soil after composting soil from unfertilized areas in 14 days. The highest accumulation of nitrate nitrogen was observed at high doses of fertilizers: in the mineral fertilizer system it was 1.5 times more, in the organic fertilizer system it was by 1.7 times and in the organic and mineral one it was 2.1 times compared with the check variant.

More accumulation of nitrates was during composting soil with the addition of ammonium sulfate. Thus, in the soil without fertilization, the content of nitrate nitrogen increased 3.6 times and its value was 63.9 mg of N–NO₃/kg. After composting soil with the addition of (NH₄)₂SO₄, the accumulation of nitrates was directly proportional to the level of fertilization. In variants with application of N₄₅P₄₅K₄₅, 9t of manure and 4.5 tons of manure + N₂₃P₃₄K₁₈ there was 72.4 mg of N–NO₃/kg, 79.8 and 81.5 mg of N–NO₃/kg of soil. After high doses of fertilizers its amount increased to 85.7 mg N–NO₃/kg, 99.9 and 115.7 mg N–NO₃/kg in accordance with the experimental variant.

Composting soil with the addition of ammonium sulfate in combination with lime is the best way to discover the potential of the nitrification process. The obtained data testify that calcium application into the soil positively affects the activity of microbiological processes. At the same time, lime neutralizes the physiologically acidic action of the fertilizer, as well as nitrates formed during the composting process which thereby enhances the activity of nitrifying agents. In the soil of unfertilized areas, after composting with (NH₄)₂SO₄ + CaCO₃, the nitrate content increased from 17.7 mg of N–NO₃/kg to 89.3 mg of N–NO₃/kg. In variants with the use of fertilizers their accumulation also increased in accordance with the level of fertilization. Thus, in variants with application of N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅, 18 t of manure and 13.5 t of manure + N₆₈P₁₀₁K₅₄, there were 148.2 mg of N–NO₃/kg, 176.0 and 196.3 mg of N–NO₃/kg of soil, respectively.

Key words: biological activity of the soil, mineral fertilizers, manure, field crop rotation, podzolized chernozem, soil fertility.

Надійшла 06.04.2018 р.

УДК 622.882+631.425+631.427

МАСЛІКОВА К. П., канд. біол. наук

Дніпровський аграрно-економічний університет

mkaterina@ukr.net

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ДИНАМІКА ФІТОІНДИКАЦІЙНИХ ОЦІНОК КИСЛОТНОСТІ ТА СОЛЬОВОГО РЕЖИМУ ТЕХНОЗЕМІВ НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ

У результаті досліджень протягом 2012–2014 рр. встановлені закономірності просторової та часової динаміки фітоіндикаційних оцінок кислотності та сольового режиму найбільш типових техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну в процесі сільськогосподарської рекультиваци: педоземів, дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах, червоно-бурих глинах та на лесоподібних суглинках. У роботі застосовані фітоіндикаційні шкали Я. П. Дідуха кислотного (Rc) та сольового (SI) режимів. Фітоіндикаційні оцінки виконані за регулярною сіткою випробувань, що дозволяє прослідкувати зміни у даній точці простору протягом певного часу. Порівняно обмежений діапазон часу дає можливість описати тренди мінливості за допомогою лінійної моделі. За допомогою коефіцієнтів лінійної залежності фітоіндикаційних оцінок від часу в конкретній точці простору ми можемо показати просторову варіабельність часової динаміки фітоіндикаційних показників. Варіювання вільного члена *b* вказує на ретроспективні патерни кислотності у межах ділянок техноземів за рік до початку досліджень (стартові умови). В усіх типах техноземів кислотність створює регулярні просторові патерни, але вони змінюються у часі. Особливості просторового варіювання коефіцієнта *a* вказують на те, що ділянки з підвищеною кислотністю мають тенденцію до її зменшення, а зі зменшеною – навпаки, до її збільшення. Показано, що умови кислотності техноземів знаходяться у діапазоні від субацидофільних до нейтрофільних. Найменший рівень кислотності едафотопу характерний для педоземів (pH = 6,25–6,50), а найбільший – для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (pH = 6,53–6,86). Сольовий режим техногенних едафотопів є сприятливим для семієвтрофів та евтрофів. Для оцінок сольового режиму також характерні специфічні просторові патерни, які змінюються у часі. Кожний тип техноземів характеризується специфі-